

10 / 529199

DEU

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 NOV 2003
WIPO PCT
21 MAR 2005

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 45 717.4

Anmeldetag: 25. September 2002

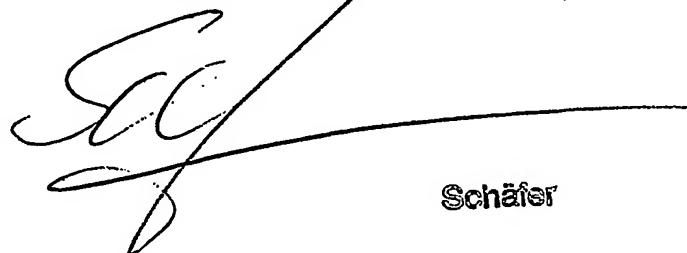
Anmelder/Inhaber: Technische Universität Berlin, Berlin/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen
eines optischen Laserpulses

IPC: H 01 S 3/102

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Schäfer

Technische Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135
5
10623 Berlin

10

IPA 104

15

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines optischen Laserpulses

20

25

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen eines optischen Laserpulses.

30

Bekannt ist ein Verfahren zum Erzeugen von Laserpulsen, bei denen der Hilfslaser im Dauerbetrieb – also ungepulst – betrieben wird („Laser Diode Modulation and Noise“, K. Petermann, 1988, Kluwe Academic Publishers, Seite 46).

35

In der deutschen Offenlegungsschrift 199 41 122 A1 ist darüber hinaus ein Verfahren zur „Selbstinjektion“ beschrieben. Bei diesem Verfahren wird das Licht eines Lasers über eine Linse in eine Glasfaser eingekoppelt. In der Glasfaser ist ein Fasergitter mit einer Reflektivität zwischen 2 % und 50 % eingeschrieben, dessen spektrale Halbwertsbreite kleiner als der Abstand der Fabry-Perot-Moden des Lasers ist. Das in den Laser von der Glasfaser zurückgekoppelte Licht wirkt auf die Lichtemission im Laser zurück, wodurch sich kurze und jitterarme Pulse erzeugen lassen.

40

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, bei dem jitterarme optische Laserpulse mit frei wählbarer Wiederholrate erzeugt werden. Unter dem Begriff

„Jitter“ wird dabei ein zeitliches Schwanken bzw. Rauschen der Pulslage der optischen Laserpulse verstanden, sei es relativ zu anderen jeweils zuvor erzeugten Laserpulsen oder sei es relativ zu dem den jeweiligen optischen Laserpuls erzeugenden elektrischen Steuersignal.

5

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 9 beschrieben.

10 Danach ist vorgesehen, dass der optische Injektionspuls des Hilfslasers derart erzeugt wird, dass er in dem Hauptlaser zu einem Zeitpunkt eintrifft, zu dem aufgrund des Steuersignals die Ladungsträgerdichte im Hauptlaser die Schwellladungsträgerdichte zur Besetzungsinversion gerade erreicht hat oder gerade überschreitet.

15 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass mit diesem sehr jitterarme Laserpulse – und zwar unabhängig von der Wiederholrate – erzeugt werden können. Dies soll nun kurz erläutert werden: Bei dem Erzeugen eines optischen Injektionspulses, beispielsweise mit einem Halbleiterlaser, ist – im zeitlichen Verlauf betrachtet – zunächst eine spontane Emission zu beobachten, die auf ein unkoordiniertes Rekombinieren von Elektron-Lochpaaren zurückzuführen ist. Zeitlich erst anschließend kommt es zur induzierten Rekombination aufgrund der erreichten Besetzungsinversion. Wird nun dieser durch die spontane Emission noch – bezogen auf das elektrische Hilfsteuersignal – relativ jitterbehaftete Injektionspuls zum „richtigen“ Zeitpunkt in den Hauptlaser eingestrahlt, so werden die bereitgestellten und quasi auf Photonen „wartenden“ Elektron-Lochpaare im Hauptlaser sofort lawinenartig rekombinieren und einen optischen „Ausgangslaserpuls“ (Laserpuls) erzeugen, bei dem der Anteil der spontanen Emission relativ klein ist. Der resultierende Laserpuls des Hauptlasers ist damit auch relativ frei von „Jitter“. Die erfinderische Idee besteht also im Kern darin, einen Injektionspuls genau zu dem Zeitpunkt bereitzustellen, in dem der Hauptlaser aufgrund seiner eigenen Ansteuerung gerade die Besetzungsinversion erreicht hat.

30 Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass sich optische Laserpulse mit beliebiger Wiederholrate erzeugen lassen, ohne dass die Eigenschaft des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass nämlich jitterarme Pulse erzeugt werden, verloren geht; so ist im Gegensatz zu dem „Selbstinjektionsverfahren“ gemäß

der o. g. deutschen Offenlegungsschrift 199 41 122 A1 keine Kavität vorhanden, dessen Länge die Wiederholrate der Laserpulse fest vorgibt.

Ein dritter wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen,

5 dass ein relativ einfacher und damit preisgünstiger Hilfslaser eingesetzt werden kann, da der Hilfslaser ausschließlich zum „Auslösen“ der Laserpulse benötigt wird; ein Dauerbetrieb („cw-Betrieb“) des Hilfslasers mit hoher Dauerleistung, wie er in dem oben erwähnten Buch von K. Petermann beschrieben ist, ist somit nicht erforderlich. Im Übrigen wird durch einen „cw-Betrieb“ ein stets vorhandenes „Hintergrundsignal“ 10 generiert, dass bei vielen Anwendungen störend ist; ein solches „Hintergrundsignal“ ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren stark reduziert.

Zum Auslösen der lawinenartigen induzierten Emission des Hauptlasers wird es als

vorteilhaft angesehen, wenn die Wellenlänge des optischen Injektionspulses und die

15 Wellenlänge des Lichts des Hauptlasers im wesentlichen gleich sind. Vorteilhaft liegt die Wellenlänge des optischen Injektionspulses innerhalb der Gewinnbandbreite des Hauptlasers.

Um einfach und damit vorteilhaft zu erreichen, dass der optische Injektionspuls „zum

20 richtigen Zeitpunkt“ im Hauptlaser eintrifft, wird es als vorteilhaft angesehen, wenn der optische Injektionspuls durch Anlegen eines elektrischen Hilfssteuersignals generiert wird, wobei das Hilfssteuersignal am Hilfslaser zeitlich vor dem Steuersignal am Hauptlaser angelegt wird und wobei die Zeitdifferenz zwischen dem Anlegen des Steuersignals am Hauptlaser und dem Anlegen des Hilfssteuersignals am Hilfslaser mindestens der Zeitspanne entspricht, die der optische Injektionspuls vom Hilfslaser zum Hauptlaser benötigt. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird berücksichtigt, dass der optische Injektionspuls eine optische Wegstrecke zurückzulegen hat, bevor er vom Hilfslaser kommend den Hauptlaser erreicht.

30

Das zeitversetzte Anlegen des elektrischen Steuersignals und des elektrischen Hilfssignals lässt sich dabei in vorteilhafter Weise erreichen, indem die elektrischen Laufzeiten des Steuersignals und des Hilfssteuersignals zum Haupt- und Hilfslaser geeignet gewählt werden.

35

Das elektrische Steuersignal und das elektrische Hilfssteuersignal können dabei mit demselben Signalgenerator erzeugt werden; dabei ist dann der Signalgenerator über eine erste Ansteuerleitung mit dem Hauptlaser und über eine zweite Ansteuerleitung mit dem Hilslaser zu verbinden. Die erste Ansteuerleitung und die zweite Ansteuerleitung

5 müssen dabei nicht über ihre gesamte Leitungslänge völlig getrennte Einzelleitungen sein; im Hinblick auf eine Materialeinsparung ist es vielmehr als vorteilhaft anzusehen, wenn die erste und die zweite Ansteuerleitung zumindest abschnittsweise denselben Draht bzw. dieselbe Leitung gemeinsam benutzen.

10 Statt mit einem einzigen Signalgenerator können das Steuersignal und das Hilfsteuersignal auch mit zwei Signalgeneratoren erzeugt werden. Um dabei sicherzustellen, dass die Signale „im Takt“ sind, sollten die Signalgeneratoren vorzugsweise synchronisiert oder getriggert sein, beispielsweise durch ein gemeinsames Triggersignal.

15 Wie bereits oben erläutert, ist es vorteilhaft, wenn die Laufzeiten der elektrischen Signale (d. h. des Steuersignals und des Hilfssteuersignals) berücksichtigt werden; dies ist in einfacher Weise und damit vorteilhaft durchführbar, indem die Leitungslängen der elektrischen Ansteuerleitungen geeignet gewählt werden; beispielsweise kann die Länge
20 der ersten Ansteuerleitung so gewählt sein, dass die Laufzeit des Steuersignals zum Hauptlaser so groß ist wie die Laufzeitsumme, die sich durch Addition aus der Laufzeit, die das Hilfsteuersignal über die zweite Ansteuerleitung zum Hilslaser benötigt, und der Laufzeit, die der optische Injektionspuls vom Hilslaser zum Hauptlaser benötigt, ergibt.

25 Das Einspeisen des Injektionspulses in den Hauptlaser lässt sich vorteilhaft über einen optischen Teiler, insbesondere einen Faserteiler erreichen, über den auch die Auskopplung des von dem Hauptlaser erzeugten Laserpulses erfolgt.

30 Da Halbleiterlaser besonders kostengünstig sind, wird es als vorteilhaft angesehen, wenn der optische Injektionspuls und/oder der optische Laserpuls mit einem Halbleiterlaser erzeugt werden.

35 Im Übrigen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn der optische Laserpuls mit einer spektral einmodig emittierenden Laserdiode erzeugt wird. Zum Erzeugen des elektrischen Injektionspulses kann beispielsweise ein DFB (Distributed Feedback Laser) – oder ein DBR (Distributed Bragg Reflection) – Laser verwendet werden.

Zum Erzeugen des optischen Laserpulses kann ein „einfacher“ Fabry-Perot-Laser verwendet werden.

5 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich im Übrigen nicht nur ein einzelner Laserpuls, sondern – nacheinander – auch eine Vielzahl von jitterarmen Laserpulsen, also ein Laserpulszug, erzeugen; es wird daher also als vorteilhaft angesehen, wenn das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise zur Nachrichtenübertragung verwendet wird.

10

Der Erfindung liegt außerdem die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit der sich ein besonders jitterarmer optischer Laserpuls mit frei wählbarer, also beliebiger Wiederholrate erzeugen lässt.

15

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in Unteransprüchen beschrieben.

20

Bezüglich der Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung und ihrer vorteilhaften Ausgestaltungen wird auf die obigen Ausführungen zum erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

Zur Erläuterung der Erfindung zeigt eine Figur ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung, mit der sich auch das erfindungsgemäße Verfahren durchführen lässt.

30

Die Figur zeigt einen Signalgenerator 10, der ausgangsseitig über eine erste Ansteuerleitung 20 mit einem Hauptlaser 30 – beispielsweise einem Fabry-Perot-Halbleiterlaser – verbunden ist. Der Signalgenerator 10 ist ausgangsseitig über eine zweite Ansteuerleitung 40 mit einem Hilfslaser 50 verbunden, bei dem es sich beispielsweise um einen DFB-Halbleiterlaser oder einen DBR-Halbleiterlaser handeln kann. Die erste Ansteuerleitung 20 und die zweite Ansteuerleitung 40 haben einen gemeinsamen Leitungsabschnitt 60; auf diesem gemeinsamen Leitungsabschnitt 60 sind die beiden Ansteuerleitungen 20 und 40 durch einen einzigen Leiter bzw. eine einzelne Leitung gebildet. Die beiden Ansteuerleitungen 20 und 40 teilen sich also diesen gemeinsamen Leitungsabschnitt 60.

35

An einem optischen Ausgang A des Hilfslasers 50 ist ein Ende einer optischen Übertragungsleitung 100, z. B. einer Glasfaser oder eine Polymerleitung, an den Hilfslaser 50 angeschlossen. Diese Übertragungsleitung 100 ist mit ihrem anderen Ende

- 5 mit einem ersten Anschluss 110 eines faseroptischen Teilers verbunden. Ein zweiter Anschluss 130 des faseroptischen Teilers 120 ist an einen optischen Ausgang B des Hauptlasers 30 angeschlossen. Ein dritter Anschluss 140 des faseroptischen Teilers 120 bildet den optischen Ausgang 150 einer durch den Signalgenerator 10, die beiden Laser 30 und 50 und den faseroptischen Teiler 120 gebildeten Vorrichtung 160 zum Erzeugen
- 10 jitterarmer optischer Laserpulse Po.

Die Vorrichtung 160 wird wie folgt betrieben:

An einem Eingang E10 des Signalgenerators 10 wird ein Trigger- oder Synchronisationssignal T an den Signalgenerator 10 angelegt. Bei Eingang des Triggersignals T erzeugt der Signalgenerator 10 einen gaussförmigen Puls P vorgegebener Länge; dieser Puls P bildet ein elektrisches Steuersignal St für den Hauptlaser 30 und ein elektrisches Hilfssteuersignal HSt für den Hilfslaser 50.

- 20 Aufgrund der Leitungslänge L1 der ersten Ansteuerleitung 20 benötigt das Steuersignal St eine Laufzeit Δt_{e1} , um von dem Signalgenerator 10 zum dem Hauptlaser 30 zu gelangen.

Das Hilfssteuersignal HSt benötigt für seinen Weg über die zweite Ansteuerleitung 40 mit der Länge L2 eine Laufzeit von Δt_{e2} .

- 25 Wenn nun das Hilfssteuersignal HSt im Hilfslaser 50 eintrifft, werden im Hilfslaser 50 Elektron-Lochpaare erzeugt. Sobald die Besetzungsinvolution im Hilfslaser 50 erreicht ist, beginnt der Laserbetrieb des Hilfslasers 50 und am Ausgang A wird ein optischer Injektionspuls I abgegeben.

Die Zeitspanne, die zwischen dem Eintreffen des Hilfssteuersignals HSt und dem Erreichen der Besetzungsinvolution bzw. der Abgabe des optischen Injektionspulses I vergeht, soll nachfolgend als Δt_{i2} bezeichnet werden.

Der so im Hilfslaser 50 erzeugte optische Injektionspuls I gelangt nun über die optische Übertragungsleitung 100 zum faseroptischen Teiler 120 und von dort zum Hauptlaser 30. Für diese Strecke vom Hilfslaser 50 bis zum Hauptlaser 30 benötigt der optische Injektionspuls I die Zeit Δt_{o2} .

5

Die Vorrichtung 160 gemäß der Figur ist nun so dimensioniert, dass in dem Hauptlaser 30 zum Zeitpunkt des Eintreffens des Injektionspulses I gerade Besetzungsinversion erreicht ist; das heißt, dass der Hauptlaser kurz davor steht, selbst in den Laserbetrieb überzugehen. Wie diese „Dimensionierung“ der Vorrichtung 160 erreicht wird, soll nun im

10 Detail erläutert werden:

Wie bereits beschrieben, vergeht von dem Zeitpunkt, an dem das Hilfssteuersignal HSt erzeugt wurde, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der optische Injektionspuls I den Hauptlaser 30 erreicht, eine Zeitspanne Δt_{ges2} , die sich zusammensetzt gemäß:

15

$$\Delta t_{ges2} = \Delta t_{e2} + \Delta t_{i2} + \Delta t_{o2}.$$

Das Steuersignal St benötigt auf der ersten Ansteuerleitung 20 für seinen Weg vom Signalgenerator 10 zum Hauptlaser 30 eine Zeitspanne Δt_{e1} . Nach der „Ankunft“ des

20 Steuersignals St werden in dem Hauptlaser 30 Elektron-Lochpaare generiert, weil aufgrund des Steuersignals St ein entsprechender Strom durch den Hauptlaser 30 fließt. Die Zeitspanne bis zum Vorliegen einer Besetzungsinversion im Hauptlaser 30 soll nun mit Δt_{i1} bezeichnet werden.

25

Wenn nun also erreicht werden soll, dass im Hauptlaser 30 Besetzungsinversion gerade dann erreicht wird, wenn der optische Injektionspuls I im Hauptlaser 30 eintrifft, muss folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\Delta t_{e1} + \Delta t_{i1} = \Delta t_{ges2} = \Delta t_{e2} + \Delta t_{i2} + \Delta t_{o2}.$$

30

Da Δt_{i1} ungefähr so groß ist, wie Δt_{i2} und darüber gilt:

$$\Delta t_{i1} \ll \Delta t_{e1} \text{ und } \Delta t_{i2} \ll \Delta t_{e2} + \Delta t_{o2},$$

35 kommt man zu der vereinfachten Bedingung:

$$\Delta t_{e1} = \Delta t_{e2} + \Delta t_{o2}$$

Diese vereinfachte Bedingung bedeutet also, dass die Laufzeit des elektrischen
 5 Steuersignals S_t angepasst sein soll an die Laufzeitsumme, die sich durch Addition von
 Δt_{e2} und Δt_{o2} ergibt.

Eine Anpassung der Laufzeiten kann nun in unterschiedlicher Weise erfolgen: So kann
 10 die Anpassung beispielsweise über die Auswahl der elektrischen Eigenschaften der
 beiden elektrischen Ansteuerleitungen erfolgen, indem beispielsweise die Dielektrika in
 den Leitungen und damit die Dielektrizitätszahlen geeignet gewählt werden, woraus sich
 unterschiedliche Phasengeschwindigkeiten der elektrischen Signale auf den
 Ansteuerleitungen ergeben würden.

15 Denkbar ist aber auch eine Anpassung über die Auswahl der Längen der beiden
 elektrischen Ansteuerleitungen. Dies soll nun nachfolgend an einem Beispiel näher
 erläutert werden, bei dem angenommen wird, dass der optische Injektionspuls I über eine
 Glasfaser mit einer Länge L_3 (Brechzahl $n=1,5$) übertragen wird. Die elektrischen
 Ansteuerleitungen sollen der Einfachheit halber Koaxialleiter ohne Dielektrikum sein:

20

$$\begin{aligned}\Delta t_{e1} &= \Delta t_{e2} + \Delta t_{o2} \\ L_1/c &= L_2/c + L_3/(c/n) \\ \Rightarrow L_1 &= L_2 + n \cdot L_3 \\ &= L_2 + 1,5 \cdot L_3\end{aligned}$$

25

Im Ergebnis kann die Laufzeitanpassung also erreicht werden, indem die Länge L_1 der ersten Ansteuerleitung 20 geeignet gewählt wird. Statt dessen kann natürlich auch die Länge L_2 der zweiten Ansteuerleitung 40 oder die Länge L_3 der optischen Übertragungsstrecke 100 entsprechend angepasst werden.

30

Eine Feinanpassung der Laufzeiten lässt sich in vorteilhafter Weise mit einem Phasenschieber oder einer Verzögerungsleitung erreichen. Dabei kann es sich um einen elektrischen Phasenschieber oder eine elektrische Verzögerungsleitung handeln, der bzw. die in der ersten oder in der zweiten Ansteuerleitung 20 bzw. 40 angeordnet ist,
 35 oder um einen optischen Phasenschieber oder eine optische Verzögerungsleitung in der optischen Übertragungsstrecke 100.

Bezugszeichen

10	Signalgenerator
5 20	Erste Ansteuerleitung
30	Hauptlaser
40	Zweite Ansteuerleitung
50	Hilflaser
60	Gemeinsamer Leitungsabschnitt
10 100	Optische Übertragungsleitung
110	Erster Anschluss eines faseroptischen Teilers
120	Faseroptischer Teiler
130	Zweiter Anschluss des optischen Teilers
140	Dritter Anschluss des faseroptischen Teilers
15 150	Ausgang der Vorrichtung
160	Vorrichtung
A	Optischer Ausgang des Hilflasers
B	Optischer Ausgang des Hauptlasers
T	Triggersignal
20 I	Optischer Injektionspuls
Po	Optische Laserpulse
St	Steuersignal
HSt	Hilfssteuersignal
L1, L1, L3	Längen
E10	Eingang des Signalgenerators
Δt_{e1}	Laufzeit über die erste Ansteuerleitung
Δt_{e2}	Laufzeit über die zweite Ansteuerleitung
Δt_{i1}	Zeit zum Erreichen der Besetzungsinversion im Hauptlaser
Δt_{i2}	Zeit zum Erreichen der Besetzungsinversion im Hilflaser
30 Δt_{o2}	Zeit für die Übertragung des optischen Injektionssignals I zum Hauptlaser

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines optischen Laserpulses (Po), bei dem

- 5 - ein Hauptlaser (30) mit einem elektrischen Steuersignal (St) angesteuert wird und
- der optische Laserpuls (Po) mit dem Hauptlaser (30) erzeugt wird,
- wobei in den Hauptlaser (30) ein optischer Injektionspuls (I) eines Hilfslasers (50) eingespeist wird und
- 10 - wobei der optische Injektionspuls (I) derart erzeugt wird, dass er in dem Hauptlaser (30) zu einem Zeitpunkt eintrifft, zu dem aufgrund des Steuersignals (St) die Ladungsträgerdichte im Hauptlaser (30) die Schwellladungsträgerdichte gerade erreicht hat oder gerade überschreitet.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der optische Injektionspuls (I) durch Anlegen eines elektrischen Hilfssteuersignals (HSt) generiert wird,
- 20 - wobei das Hilfssteuersignal (HSt) am Hilfslaser (50) zeitlich vor dem Steuersignal (St) am Hauptlaser (30) angelegt wird und
- wobei die Zeitdifferenz zwischen dem Anlegen des Steuersignals (St) am Hauptlaser (30) und dem Anlegen des Hilfssteuersignals (HSt) am Hilfslaser (50) der Zeitspanne entspricht, die der optische Injektionspuls (I) vom Hilfslaser (50) zum Hauptlaser (30) benötigt.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 30 - das zeitversetzte Anlegen des elektrischen Steuer- und Hilfssteuersignals (St, HSt) bewirkt wird, indem die elektrischen Laufzeiten des Steuersignals (St) und des Hilfssteuersignals (HSt) zum Haupt- und Hilfslaser geeignet gewählt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das elektrische Steuersignal (St) und das Hilfssteuersignal (HSt) mit demselben Signalgenerator (10) erzeugt werden, wobei
- der Signalgenerator (10) über eine erste Ansteuerleitung (20) mit dem Hauptlaser (30) und über eine zweite Ansteuerleitung (40) mit dem Hilflaser (50) verbunden wird.

10

5 5. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Steuersignal und das Hilfssteuersignal mit zwei synchronisierten Signalgeneratoren erzeugt werden, wobei
- der eine Signalgenerator über eine erste Ansteuerleitung mit dem Hauptlaser und der weitere Signalgenerator über eine zweite Ansteuerleitung mit dem Hilflaser verbunden wird.

15

20 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Länge (L1) der ersten Ansteuerleitung (20) so gewählt wird, dass die Laufzeit des Steuersignals (St) zum Hauptlaser (30) so groß ist wie die Laufzeitsumme, die sich durch Addition aus der Laufzeit, die das Hilfssteuersignal (HSt) über die zweite Ansteuerleitung (40) zum Hilflaser (50) benötigt, und der Laufzeit, die der optische Injektionspuls (I) vom Hilflaser (50) zum Hauptlaser (30) benötigt, ergibt.

25

30 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der optische Injektionspuls (I) des Hilflasers (50) über einen optischen Teiler (120) in den Hauptlaser (30) eingespeist wird und

- der optische Laserpuls (Po) des Hauptlasers (30) über diesen optischen Teiler (120) ausgekoppelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

- der optische Injektionspuls und/oder der optische Laserpuls mit einem Halbleiterlaser erzeugt werden.

10 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- in der beschriebenen Weise eine Vielzahl von optischen Laserpulsen erzeugt wird.

15

10. Vorrichtung zum Erzeugen eines optischen Laserpulses (Po) mit

- einem Hauptlaser (30), der mit einem elektrischen Steuersignal (St) angesteuert wird und den optischen Laserpuls (Po) erzeugt, und
- einem mit dem Hauptlaser (30) optisch verbundenen Hilfslaser (50), der einen optischen Injektionspuls (I) in den Hauptlaser (30) einspeist,
- wobei der Hilfslaser (50) mit einem elektrischen Hilfssteuersignal (HSt) derart beaufschlagt ist, dass sein optischer Injektionspuls (I) in dem Hauptlaser (30) zu einem Zeitpunkt eintrifft, zu dem die Ladungsträgerdichte des Hauptlasers (30) die Schwellladungsträgerdichte gerade erreicht hat oder gerade überschreitet.

25

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

30

- das Hilfssteuersignal (HSt) an dem Hilfslaser (50) anliegt, bevor das Steuersignal (St) an dem Hauptlaser (30) anliegt,

- und zwar um eine Zeitdifferenz zeitversetzt, die der Zeitspanne entspricht, die der optische Injektionspuls (I) vom Hilfslaser (50) zum Hauptlaser (30) benötigt.

5

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das zeitversetzte Anlegen des elektrischen Steuer- und Hilfssteuersignals (St, HSt) bewirkt ist, indem die elektrischen Laufzeiten des Steuersignals (St) und des Hilfssteuersignals (HSt) zum Haupt- und Hilfslasers (30, 50) geeignet gewählt sind.

10

13. Vorrichtung nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Hauptlaser (30) über eine erste Ansteuerleitung (20) und der Hilfslaser (50) über eine zweite Ansteuerleitung (40) mit demselben Signalgenerator (10) verbunden sind, der das elektrischen Steuersignal (St) für den Hauptlaser (30) und das Hilfssteuersignal (HSt) für den Hilfslaser (50) erzeugt.

20

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Hauptlaser (30) über eine erste Ansteuerleitung (20) mit einem Signalgenerator (10) und der Hilfslaser (50) über eine zweite Ansteuerleitung (40) mit einem weiteren Signalgenerator (10) verbunden ist,
- wobei die beiden Signalgeneratoren (10) synchronisiert sind.

30

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Länge der ersten Ansteuerleitung(20) so gewählt ist, dass die Laufzeit des Steuersignals (St) zum Hauptlaser (30) genauso groß ist wie die Laufzeitsumme, die sich durch Addition aus der Laufzeit, die das Hilfssteuersignal (HSt) über die zweite Ansteuerleitung (40) zum Hilfslaser 5 (50) benötigt, und der Laufzeit, die der optische Injektionspuls (I) vom Hilfslaser (50) zum Hauptlaser (30) benötigt, ergibt.

16. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Hauptlaser (30) über einen optischen Teiler an den Hilfslaser (50) angeschlossen ist.

17. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 - der Hilfslaser (50) und/oder der Hauptlaser (30) ein Halbleiterlaser ist.

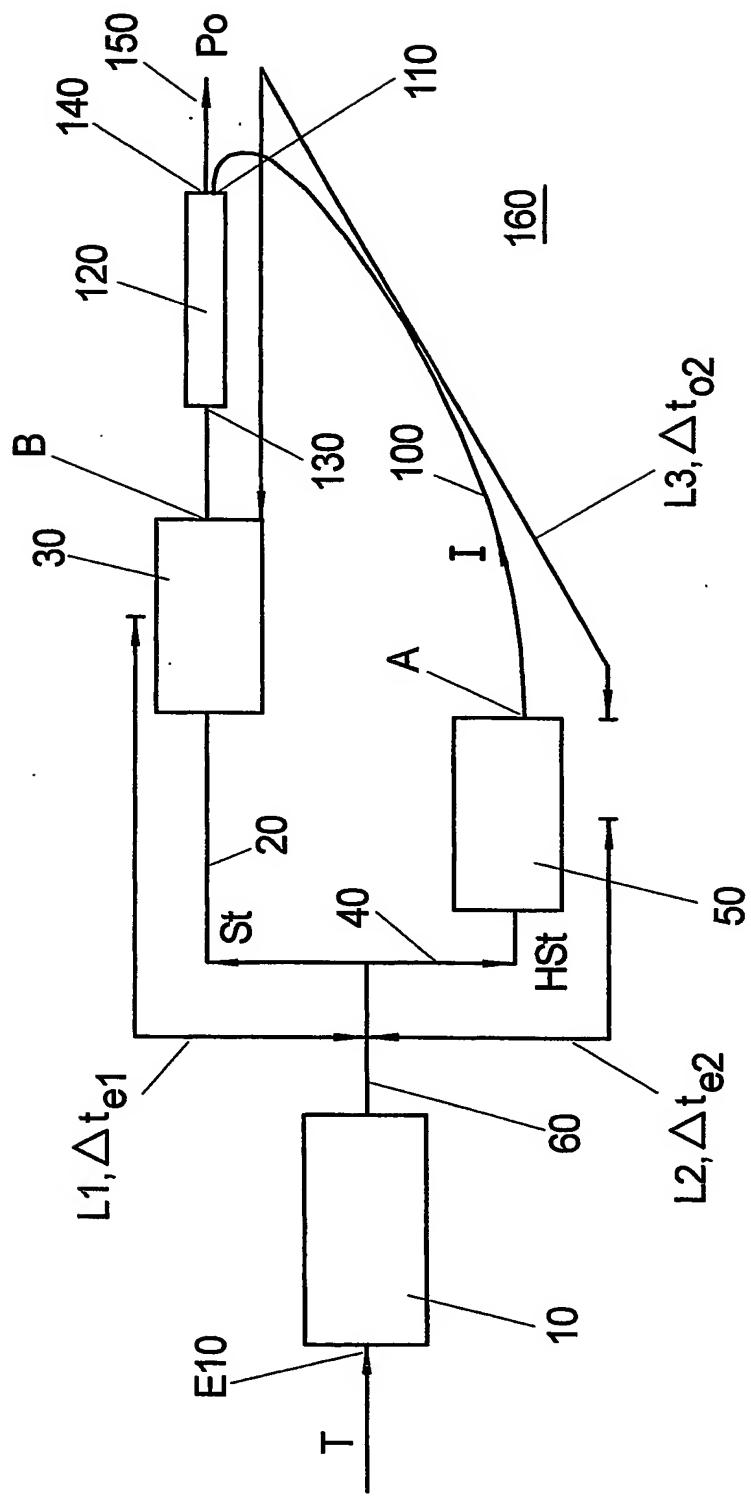
Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines optischen Laserpulses

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen optischer Laserpulse (Po). Um ein besonders jitterarmes optisches Signal zu erzeugen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass in einen Hauptlaser (30) ein optischer Injektionspuls (I) eines Hilfslasers (50) eingespeist wird. Das Einspeisen erfolgt dabei derart, dass der optische
10 Injektionspuls in dem Hauptlaser (30) zu einem Zeitpunkt eintrifft, zu dem die Ladungsträgerdichte im Hauptlaser (30) die Schwellladungsträgerdichte gerade erreicht hat oder gerade überschreitet.

(Fig.)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.